

This Page Is Inserted by IFW Operations
and is not a part of the Official Record

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

- BLACK BORDERS
- TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- FADED TEXT
- ILLEGIBLE TEXT
- SKEWED/SLANTED IMAGES
- COLORED PHOTOS
- BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS
- GRAY SCALE DOCUMENTS

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

**As rescanning documents *will not* correct images,
please do not report the images to the
Image Problem Mailbox.**

AH

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2001-142010

(43)Date of publication of application : 25.05.2001

(51)Int.Cl.

G02B 26/08

(21)Application number : 11-319901

(71)Applicant : HITACHI CABLE LTD
NIPPON TELEGR & TELEPH CORP
<NTT>
NTT ELECTORNICS CORP

(22)Date of filing : 10.11.1999

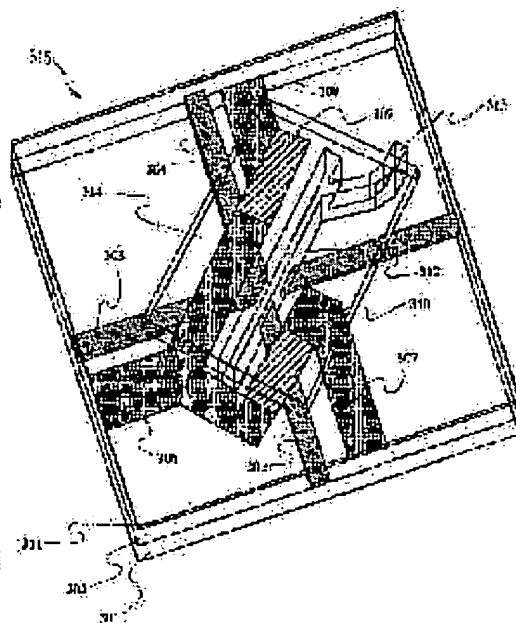
(72)Inventor : HIGUCHI KEIICHI
HORIE MAKOTO
OKANO HIROAKI
SAKATA TOMOMI
SHIMOKAWA FUSAO
SATO MAKOTO

(54) LIQUID MOVING TYPE OPTICAL SWITCH

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a liquid moving type optical switch which has the lower dependence of the loss in optical routes after optical path switching upon wavelengths.

SOLUTION: This liquid moving type optical switch 315 is provided with optical path switching grooves 312 which have wall surfaces forming a prescribed angle with the optical axes of optical waveguides in the respective intersection parts where (m) pieces of the optical waveguides not intersecting with each other and (n) pieces of the optical waveguides not intersecting with each other intersect with each other in a substrate, a refractive index matching liquid which is sealed in part within the optical path switching grooves 312 and has a refractive index approximately equal to the refractive index of the optical waveguides, a cap 324 which is joined to the substrate in order to cover the optical path switching grooves 312 and heating means 309 and 310 which are disposed near the optical path switching grooves 312 and are used to heat the refractive index matching liquid. The optical waveguides are activated in a single mode by the cut-off wavelengths of the optical waveguides shorter than the wavelength of the light to be used and, therefore the probability that a higher mode occurs is extremely lowered and the dependence of the loss in the optical routes after the optical path switching upon the wavelengths is made smaller.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 28.02.2002

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

69 22706 (4)
(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2001-142010

(P2001-142010A)

(43) 公開日 平成13年5月25日 (2001.5.25)

(51) Int.Cl.⁷

G 0 2 B 26/08

識別記号

F I

G 0 2 B 26/08

テ-マ-ト* (参考)

H 2 H 0 4 1

審査請求 未請求 請求項の数 3 O L (全 5 頁)

(21) 出願番号 特願平11-319901

(22) 出願日 平成11年11月10日 (1999. 11. 10)

(71) 出願人 000005120

日立電線株式会社

東京都千代田区大手町一丁目6番1号

(71) 出願人 000004226

日本電信電話株式会社

東京都千代田区大手町二丁目3番1号

(71) 出願人 591230295

エヌティティエレクトロニクス株式会社

東京都渋谷区道玄坂1丁目12番1号

(74) 代理人 100068021

弁理士 絹谷 信雄

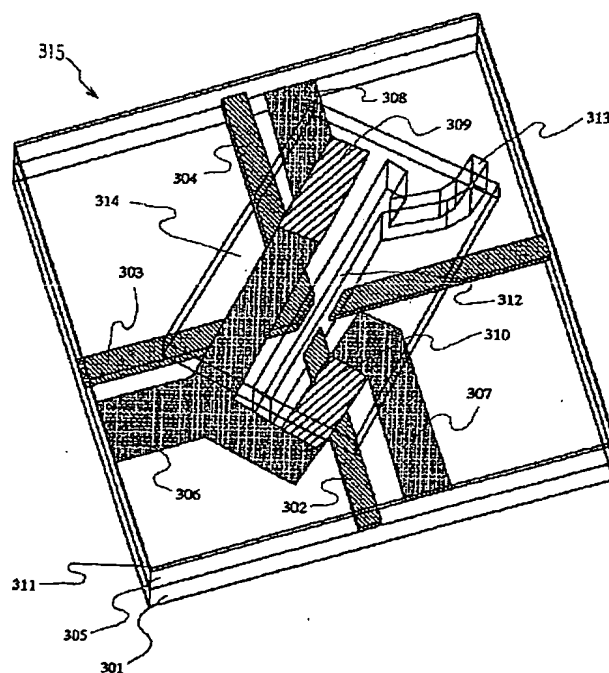
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 液体移動型光スイッチ

(57) 【要約】

【課題】 光路切替後の光経路における損失の波長依存性が小さい液体移動型光スイッチを提供する。

【解決手段】 基板中で互いに交差しないm本の光導波路と互いに交差しないn本の光導波路とが交差する各交差部に光導波路の光軸と所定の角度をなす壁面を持つ光路切替用溝312と、光路切替用溝312内の一部に封入された光導波路の屈折率と略等しい屈折率を有する屈折率整合液と、光路切替用溝312を覆うため基板に接合された蓋314と、光路切替用溝312の近傍に設けられ屈折率整合液を加熱するための発熱手段309、310とを備えた液体移動型光スイッチ315において、光導波路のカットオフ波長が、使用する光の波長より短いことにより、光導波路が単一モードで動作するので、高次モードの発生する確率が極めて低くなり、光路切替後の光経路における損失の波長依存性を小さくできる。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 基板中で互いに交差しないm本の光導波路及び互いに交差しないn本の光導波路が互いに交差し、各交差部に上記光導波路の光軸と所定の角度をなす壁面を持つ光路切替用溝と、該光路切替用溝の一部に封入され光導波路の屈折率と略等しい屈折率を有する屈折率整合液と、上記光路切替用溝を覆うため上記基板に接合された蓋と、上記光路切替用溝の近傍に設けられ上記屈折率整合液を加熱するための発熱手段とを備えた液体移動型光スイッチにおいて、上記光導波路のカットオフ波長が、使用する光の波長より短いことを特徴とする液体移動型光スイッチ。

【請求項2】 上記光導波路のコアとクラッドとの比屈折率差が0.3%である請求項1に記載の液体移動型光スイッチ。

【請求項3】 上記光導波路のコアの寸法が幅7 μ m、高さ7 μ mである請求項2に記載の液体移動型光スイッチ。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、液体移動型光スイッチに関する。

【0002】

【従来の技術】従来より交差する光導波路の交差点に、光導波路と所定の角度をなす溝を形成し、光を透過、反射する方法が提案されている（例えば、Bistable optical switching using electrochemically generated bubbles, Optics letters/Vol.15, No24/December 15, 1990）。また「光スイッチ（特開平9-133932号公報参照）」に、液体の熱毛細管力によって液体を移動させる光スイッチが開示されている。

【0003】図3は従来の液体移動型光スイッチの斜視透視図である。

【0004】図示しない基板上に下部クラッド101が形成され、下部クラッド101の上にコア102、103、104が形成されている。コア寸法は、幅8 μ mで高さ8 μ mである。コア102、103、104のパターンは互いに交差する形状とする。コア102、103、104は上部クラッド105により埋め込まれている。コア102、103、104とクラッド101、105との比屈折率差 Δ は0.3%である。比屈折率差 Δ はコア102、103、104の屈折率 n_1 とクラッド101、105の屈折率 n_0 とを用いて $\Delta = (n_1 - n_0) / n_1$ と表される。配線用電極膜106、107、108及び発熱手段としてのヒータ膜109、110は、上部クラッド105上に形成された後、絶縁膜111により埋め込まれる。コア102、103、104の交差部には光路切替用溝112と注入溝113とが形成されている。絶縁膜111上には導波路基板とは別の蓋114が接合されている。

【0005】この液体移動型光スイッチ115は、配線用電極膜106、107、108に印加した電力によりヒータ膜109、110を加熱し、熱毛細管力によって光路切替用溝112内の液体を移動させることにより光経路を切替えるようになっている。

【0006】光路切替用溝内で液体がコア102とコア104との間にあるとき、光経路は光路切替用溝を透過してコア102からコア104を通るものとなる。

【0007】一方、液体が光路切替用溝内のコア102とコア104との間以外にあるとき、光経路は光路切替用溝の壁面で反射してコア103からコア104を通るものとなる。

【0008】

【発明が解決しようとする課題】ところで、従来の光導波路のコア寸法は、幅8 μ mで高さ8 μ mであった。

【0009】図4は比屈折率差 Δ が0.3%の光導波路におけるコア寸法とカットオフ波長との関係を示す図であり、横軸がコア寸法を示し、縦軸がカットオフ波長を示す。

【0010】ここで、カットオフ波長とは、光導波路が単一モードで動作する最も短い波長のことである。すなわち、カットオフ波長よりも長い波長領域において、光導波路は単一モードで動作する。同図より、この光導波路におけるカットオフ波長は、1322nmである。一方、光スイッチを用いたシステムにおける使用波長は、1270nmから1340nmである。したがって1270nmから1322nmの波長領域では高次モードが発生しやすい構造である。高次モードが発生すると、光導波路を伝搬する光に蛇行が生じる。この蛇行が光軸ずれに相当するため、光路切替用溝の壁面で反射する光経路において、損失の波長依存性が生じる要因となるという問題があった。

【0011】そこで、本発明の目的は、上記課題を解決し、光路切替後の光経路における損失の波長依存性が小さい液体移動型光スイッチを提供することにある。

【0012】

【課題を解決するための手段】上記目的を達成するために本発明の液体移動型光スイッチは、基板中で互いに交差しないm本の光導波路及び互いに交差しないn本の光導波路が互いに交差し、各交差部に光導波路の光軸と所定の角度をなす壁面を持つ光路切替用溝と、光路切替用溝の一部に封入され光導波路の屈折率と略等しい屈折率を有する屈折率整合液と、光路切替用溝を覆うため基板に接合された蓋と、光路切替用溝の近傍に設けられ屈折率整合液を加熱するための発熱手段とを備えた液体移動型光スイッチにおいて、光導波路のカットオフ波長が、使用する光の波長より短いものである。

【0013】上記構成に加え本発明の液体移動型光スイッチは、光導波路のコアとクラッドとの比屈折率差が0.3%であるのが好ましい。

【0014】上記構成に加え本発明の液体移動型光スイッチは、光導波路のコアの寸法が幅 $7\mu\text{m}$ 、高さ $7\mu\text{m}$ であるのが好ましい。

【0015】本発明によれば、光導波路のカットオフ波長が、使用する光の波長より短いことにより、光導波路が単一モードで動作するので、高次モードの発生する確率は極めて低くなる。特に、図4に示すようにコア寸法が幅 $7\mu\text{m}$ で高さ $7\mu\text{m}$ の光導波路におけるカットオフ波長は 1157nm となるため、使用波長である 1270nm から 1340nm において単一モードで動作し、高次モードの発生する確率は極めて低くなる。従って光路切替後の光経路における損失の波長依存性が小さい液体移動型光スイッチの提供を実現できる。

【0016】

【発明の実施の形態】以下、本発明の実施の形態を添付図面に基いて詳述する。

【0017】図1は本発明の液体移動型光スイッチの一実施の形態を示す斜視投影図である。

【0018】図示しない基板上に下部クラッド301が形成され、その下部クラッド301の上にコア302、304とコア303とが交差するように形成されている。コア302、303、304の寸法は幅 $7\mu\text{m}$ で高さ $7\mu\text{m}$ である。コア302、303、304は、上部クラッド305により埋め込まれている。コア302、303、304とクラッド301、305との比屈折率差 Δ は 0.3% である。

【0019】この液体移動型光スイッチ315の特徴は、コア302、303、304と、クラッド301、305とで構成される光導波路のカットオフ波長が使用する光の波長より短い点である。

【0020】液体移動型光スイッチ315は、配線用電極膜306、307、308に印加した電力によりヒータ膜309あるいはヒータ膜310のいずれか一方を加熱し、熱毛細管力によって光路切替用溝312内の液体を移動させることにより光経路を切替えるようになっている。

【0021】なお、配線用電極膜306、307、308、ヒータ膜309、310、絶縁膜311、光路切替用溝312、注入溝313及び蓋314については図3に示した従来例と同様の構造を有している。また、液体移動型光スイッチ315は図では1個であるが、基板中で互いに交差しない m 本の光導波路及び互いに交差しない n 本の光導波路が互いに交差する各交差部に設けても

よい。

【0022】図2は比屈折率差 Δ が 0.32% の光導波路におけるコア寸法とカットオフ波長との関係を示す図であり、横軸がコア寸法(幅 \times 高さ)を示し、縦軸がカットオフ波長を示す。

【0023】同図よりコア寸法が幅 $7\mu\text{m}$ で、高さ $7\mu\text{m}$ であれば、プロセス偏差により比屈折率差 Δ が変動しても、使用波長領域($1270\text{nm} \sim 1340\text{nm}$)において単一モードで動作することが分かる。

【0024】このような特性を有するコアを用いて光導波路のカットオフ波長が、使用する光の波長より短くなるような液体移動型光スイッチを構成することにより、光路切替後の光経路における損失の波長依存性が小さい液体移動型光スイッチの提供を実現することができる。

【0025】なお、本実施の形態では、コア寸法を幅 $7\mu\text{m}$ で高さ $7\mu\text{m}$ の場合で説明したが、光スイッチ部以外の他の部分におけるコア寸法を従来技術と同じ幅 $8\mu\text{m}$ で高さ $8\mu\text{m}$ としてもよい。この場合においても光路切替用溝の壁面で反射する光経路での損失の波長依存性を小さくすることができる。また、図2より、従来技術のコア寸法である幅 $8\mu\text{m}$ で高さ $8\mu\text{m}$ に最も近く、かつ使用波長領域で単一モード動作するコア寸法は幅 $7.4\mu\text{m}$ で高さ $7.4\mu\text{m}$ であることが分かる。

【0026】

【発明の効果】以上要するに本発明によれば、次のような優れた効果を発揮する。

【0027】光路切替後の光経路における損失の波長依存性が小さい液体移動型光スイッチの提供を実現することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の液体移動型光スイッチの一実施の形態を示す斜視投影図である。

【図2】比屈折率差 Δ が 0.32% の光導波路におけるコア寸法とカットオフ波長との関係を示す図である。

【図3】従来の液体移動型光スイッチの斜視透視図である。

【図4】比屈折率差 Δ が 0.3% の光導波路におけるコア寸法とカットオフ波長との関係を示す図である。

【符号の説明】

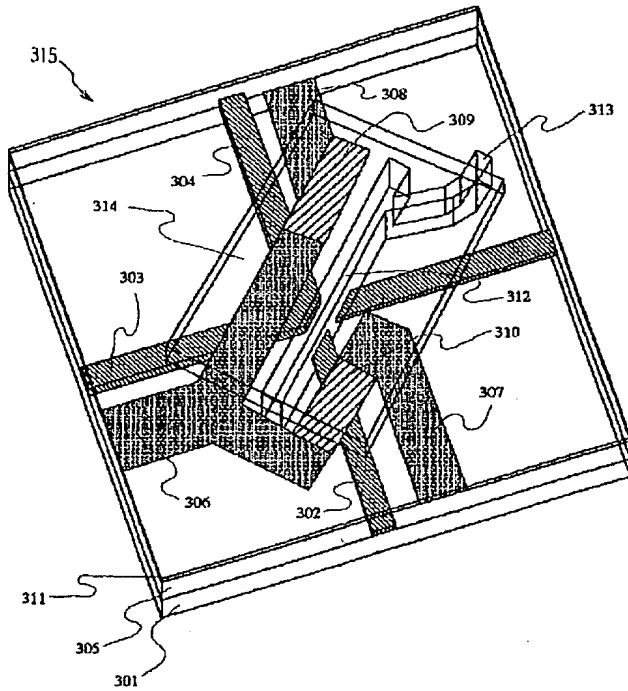
309、310 発熱手段(ヒータ膜)

312 光路切替用溝

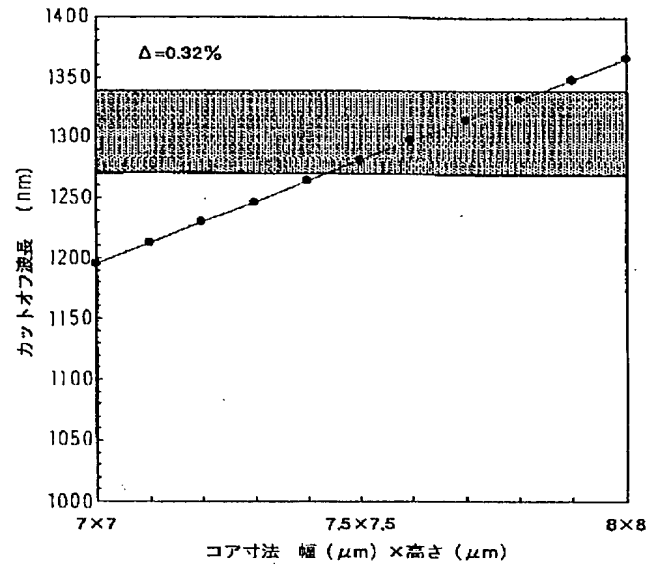
314 蓋

315 液体移動型光スイッチ

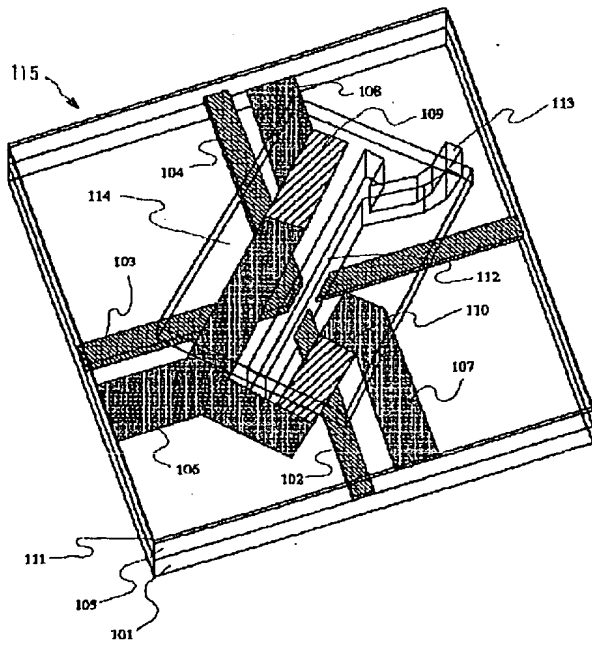
【図1】



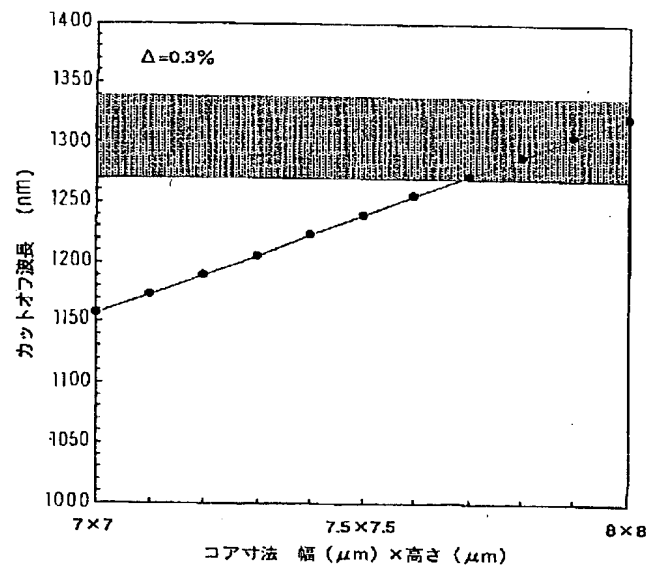
【図2】



【図3】



【図4】



フロントページの続き

(72)発明者 樋口 恵一

茨城県日立市日高町5丁目1番1号 日立
電線株式会社オプトロシステム研究所内

(72)発明者 堀江 誠

茨城県日立市日高町5丁目1番1号 日立
電線株式会社オプトロシステム研究所内

(72)発明者 岡野 広明

茨城県日立市日高町5丁目1番1号 日立
電線株式会社オプトロシステム研究所内

(72)発明者 阪田 知巳

東京都千代田区大手町二丁目3番1号 日
本電信電話株式会社内

(72)発明者 下川 房男

東京都千代田区大手町二丁目3番1号 日
本電信電話株式会社内

(72)発明者 佐藤 誠

東京都渋谷区桜丘町20番1号 エヌティテ
ィエレクトロニクス株式会社内

Fターム(参考) 2H041 AA13 AB32 AC07 AZ01